CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES DE

QUÍMICA

VOLUMEN 1



Adela Castillejos Salazar (Coordinadora)

PEARSON Educación®

COLECCIÓN CONOCIMIENTOS FUNDAMENTALES



Adela Castillejos Salazar (Coordinadora)

Conocimientos fundamentales de Química

PEARSON Educación

Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. I

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Colección Conocimientos Fundamentales

Esta colección es parte de un programa de la UNAM orientado
a la producción de libros y materiales digitales para el bachillerato.

Colección Conocimientos Fundamentales

Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. I

Adela Castillejos Salazar
(Coordinadora)

Nahieli Greaves Fernández
(Coordinadora adjunta)

Enrique Bazúa Rueda
Adela Castillejos Salazar
Maribel Espinosa Hernández
Nahieli Greaves Fernández
Ana María Martínez Vázquez
Kira Padilla Martínez
Cristina Rueda Alvarado
Ana María Sosa Reyes
Luis Miguel Trejo Candelas

Universidad Nacional Autónoma de México
México, 2006

PEARSON Educación

México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

Datos de catalogación bibliográfica

CASTILLEJOS, ADELA *et al.*
Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. I

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

ISBN: 978-970-26-0961-2
Área: Bachillerato

Formato: 21 × 27 cm Páginas: 192

Programa Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior

Coordinación general: Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez y Dr. Arturo Argueta Villamar
Coordinación operativa: Mtro. Alfredo Arnaud Bobadilla
Coordinación editorial: Lic. Consuelo Yerena Capistrán

La Coordinación agradece la colaboración de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. Se agradece también a la Academia Mexicana de Ciencias.

Conocimientos Fundamentales de Química. Vol. I
1ª edición, 2006
Colección Conocimientos Fundamentales
D. R. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Cd. Universitaria, 04510, México, D. F.
Secretaría de Desarrollo Institucional
ISBN 970 32 3843 2

PRIMERA EDICIÓN, 2006

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. Núm. 1031

ISBN 10: 970-26-0961-5
ISBN 13: 978-970-26-0961-2

Impreso en México. *Printed in Mexico.*

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 09 08 07 06

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Presentación

El saber, entendido como fuerza que impulsa de manera determinante al desarrollo, tanto individual como social, constituye una condición necesaria para el crecimiento, la democracia, la equidad y la libertad.

En el contexto de la sociedad del conocimiento, la formación media superior se ha convertido en un tema de atención prioritaria para las instituciones educativas. Sus nuevas tendencias, oportunidades y posibilidades, su función de enlace entre los niveles básico y profesional y su situación estratégica en el proceso formativo, dotan al bachillerato de un gran potencial.

El libro que tienes en tus manos es producto de un muy estimable esfuerzo hecho por la Universidad Nacional Autónoma de México para fortalecer al bachillerato. Forma parte de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior, concebida bajo la visión de que los acelerados cambios y transformaciones de las últimas décadas en los diversos campos del saber y del quehacer humano, deben reflejarse en los contenidos educativos del siglo que inicia. En tal sentido, este ciclo de estudios está siendo objeto de un profundo análisis.

Entre los aspectos que, sin duda, impulsarán al bachillerato, están su articulación orgánica con las etapas educativas posteriores; el establecimiento de estrategias de atención a requerimientos pedagógicos específicos; la modificación curricular sustentada en el perfil de egreso y en los conocimientos relevantes y pertinentes que requiere el estudiante; el mejoramiento de la docencia, y la incorporación de nuevas tecnologías a la enseñanza-aprendizaje en esta etapa.

Con base en lo anterior, la Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, ha emprendido un programa conducente a replantear los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en este nivel de estudios.

Los libros y materiales de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para la enseñanza media superior son el punto de partida para establecer los cimientos de una formación que, efectivamente, te proporcione una cultura general interdisciplinaria y de capacidades específicas para que puedas responder a las exigencias de un entorno cada vez más complejo y demandante. Dichos conocimientos, además de las habilidades y valores correspondientes, deben prepararte también para el aprendizaje a lo largo de tu vida.

La Colección cuenta con la participación de destacados académicos de la Universidad, en el marco de un programa institucional destinado a rendir sus mejores frutos en beneficio de los jóvenes del bachillerato en México y en América Latina.

Dr. Juan Ramón de la Fuente
Rector de la Universidad
Nacional Autónoma de México

Prefacio

La Secretaría de Desarrollo Institucional, en colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades y el Consejo Académico del Bachillerato de la UNAM, emprendió la tarea de reflexionar sobre los contenidos temáticos de las disciplinas que se imparten en el bachillerato, bajo la premisa de que la enseñanza media superior tiene como objetivos principales la formación de estudiantes que continúen sus estudios en la licenciatura y el posgrado, con posibilidades reales de incorporarse a la vida laboral, con un claro compromiso social.

Las disciplinas elegidas para trabajar en una primera etapa fueron: biología, filosofía, física, geografía, matemáticas, literatura y química. Se formaron grupos de trabajo integrados por profesores del bachillerato, la licenciatura y el posgrado, que definieron los conocimientos fundamentales de cada disciplina, en función de su desarrollo reciente, de su pertinencia en el marco de la enseñanza media superior y del impulso a la interdisciplina.

La definición de los conocimientos fundamentales tiene como fin el determinar los saberes básicos e imprescindibles con que los estudiantes deben contar al término del ciclo del bachillerato y proporcionar a los alumnos una cultura general de la disciplina, que les permita estar preparados para incursionar en nuevos espacios del saber.

Una vez establecidos tales conocimientos, se integraron grupos de trabajo más amplios para elaborar los contenidos de los libros, de los discos compactos y de la página web, que son los tres materiales de apoyo a tu formación que incluye este programa. Éstos se insertan en el marco de la **Colección Conocimientos Fundamentales** para que puedas usarlos con la orientación y apoyo de tus profesores.

La definición y la producción de los materiales de esta Colección, contó con la amplia participación de la Escuela Nacional Preparatoria, el Colegio de Ciencias y Humanidades, el Consejo Académico del Bachillerato, la Facultad de Filosofía y Letras, la Facultad de Ciencias, la Facultad de Química, el Instituto de Ecología, el Instituto de Geografía, el Instituto de Investigaciones Filosóficas, el Instituto de Matemáticas, el Instituto de Física, el Instituto de Investigaciones en Materiales, el Centro de Ciencias Físicas, la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, la Dirección General de Actividades Cinematográficas, la Dirección General de Divulgación de la Ciencia, la Dirección General de Televisión Universitaria y la Dirección de Literatura. También contribuyó en la tarea un selecto grupo de miembros de la Academia Mexicana de Ciencias, quienes hicieron sugerencias para mejorar los materiales. A todos ellos, nuestro reconocimiento y gratitud.

El Programa de Fortalecimiento del Bachillerato, del que forma parte la **Colección Conocimientos Fundamentales** es una iniciativa de la UNAM destinada a apoyar y fortalecer los estudios de bachillerato en lengua española.

Con esta primera serie de libros y materiales para siete disciplinas, nuestra Universidad inicia esta Colección que habrá de enriquecerse con una serie de nuevos títulos, realizados con la calidad y el profesionalismo propios de nuestra Casa de Estudios. Están dirigidos a los maestros y estudiantes del nivel medio superior.

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo Institucional

Acerca de los autores

Enrique Bazúa Rueda

Estudió la licenciatura en ingeniería química en la UNAM y el doctorado en la Universidad de California en Berkeley. Desde hace más de treinta años es profesor de la UNAM en el área de termodinámica y se ha dedicado a formar ingenieros químicos en licenciatura y posgrado. La docencia ha sido una de sus pasiones, preocupándose siempre porque sus alumnos comprendan los conceptos difíciles. Recientemente ha incursionado en la formación de profesores de secundaria y bachillerato impartiendo talleres sobre el tema de energía y ambiente.

Adela Castillejos Salazar

Trabaja en la Facultad de Química de la UNAM desde hace 33 años, lo que la enorgullece enormemente. ¡Es puma de corazón! Ha combinado la docencia con la divulgación y la gestión académica durante la mayor parte de este tiempo. Su mayor gusto en el nivel profesional es impartir clases. Ha tenido el placer de participar en la formación de miles de alumnos tanto de bachillerato como de licenciatura. Ha coordinado e impartido cientos de cursos para profesores de secundaria y de bachillerato.

Maribel Espinosa Hernández

Estudió la carrera de Químico Farmacéutico Biólogo en la UNAM. Tiene la maestría en Ciencias Químico Biológicas en el área de Toxicología, y es profesora de Química a nivel bachillerato. Durante 11 años ha trabajado con los jóvenes motivándolos al estudio y comprensión de los conceptos básicos de la Química y al desarrollo de proyectos de investigación, que despierten su interés por el conocimiento y dedicación a la Química.

Nahieli Greaves Fernández

Es Química Farmacéutica Bióloga y estudió la maestría en Ciencias Bioquímicas, así como el Diplomado en Divulgación de la Ciencia en la UNAM. Ha impartido clases de química a nivel licenciatura, así como la asignatura Ciencia y Sociedad. Le encantan los libros y tiene experiencia como editora y revisora técnica de libros de ciencia.

Ana María Martínez Vázquez

Científica y maestra, se doctoró con una tesis en química cuántica hace más de diez años, pero actualmente trabaja en la restauración ecológica. Ha impartido clases a estudiantes de todas las edades, siendo sus favoritos los alumnos y las alumnas de secundaria y bachillerato.

Kira Padilla Martínez
Estudió el Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Valencia, España. Es química de formación y le encanta la educación. Se ha dedicado a estudiar cuáles son las mejores técnicas de enseñanza-aprendizaje, tanto en bachillerato como en licenciatura.

Cristina Rueda Alvarado
Estudió la licenciatura en Ingeniería Química y la maestría en Investigación y Desarrollo de la Educación, así como un Diplomado en Estrategias de Enseñanza de la Química. Actualmente coordina el Centro Nacional de Educación Química de la Facultad de Química de la UNAM. Ha sido profesora de ciencias experimentales del CCH desde hace 35 años y es especialista en el área de educación en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Tiene amplia experiencia en el área de formación docente y diseño curricular para la educación en ciencias.

Ana María Sosa Reyes
Estudió el doctorado en la Facultad de Química de la UNAM donde gracias a profesores como L. Gasque, A. Garritz, P. Sosa, V. Talanquer, A. Castillejos y C. Rincón, la Química terminó siendo un placer. La mejor forma de disfrutar de un regalo así es compartirlo: actualmente combina su trabajo docente en el CCH Sur de la UNAM con el de divulgación de la ciencia.

Luis Miguel Trejo Candelas
Es profesor de la Facultad de Química de la UNAM desde hace 20 años, donde también egresó de químico y se doctoró en Fisicoquímica. Disfruta mucho su trabajo académico y se esfuerza por crear experiencias de aprendizaje en Química y Termodinámica para alumnos de licenciatura y bachillerato.

Este primer volumen de Conocimientos Fundamentales de Química contó además con los siguientes apoyos:

Ilustración
José Cárdenas Torres “Pepeto”
Ricardo Peláez Goycochea
Erick Proaño Muciño “Frik”
Coordinación de Publicaciones Digitales de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico.

Ilustraciones 3D
Luis Alberto Greaves Fernández

Fotografía
Maribel Espinosa Hernández
Nahieli Greaves Fernández
Juan Alberto Greaves Medina
Diana Rosalba Mota Hidalgo
Dirección General de Actividades Cinematográficas, UNAM

Foto de portada
Herman Padilla Martínez
Volcán de Colima
Foto tomada en diciembre de 2005

Los autores agradecemos a Ilma Lecia Carrillo López, directora de la Escuela Nacional Preparatoria Número 2 “Erasmo Castellanos Quinto”, y a José Luis Buendía Uribe, Coordinador de Materias Experimentales del mismo plantel, las facilidades otorgadas para la filmación de videos y toma de fotografías.

Índice

Introducción

Tienes en tus manos un libro de química que los autores pretendemos sea diferente de la mayoría de los que se han escrito hasta ahora en México.

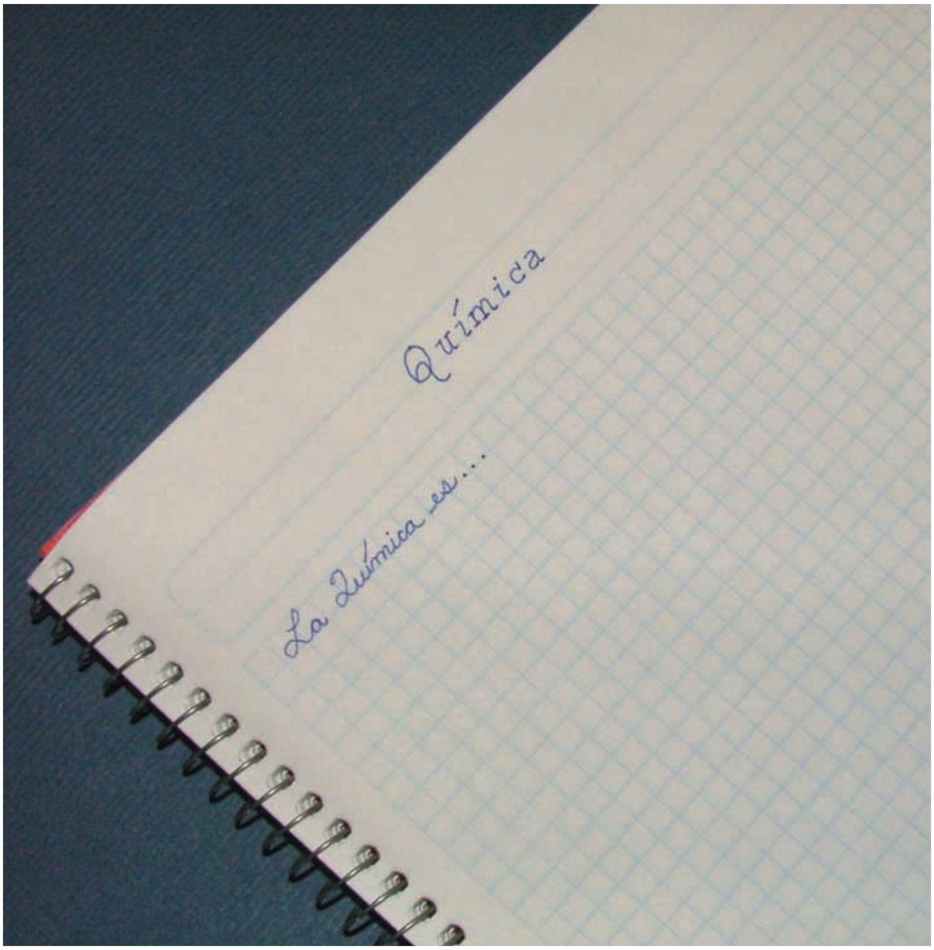
Te presentamos nueve razones por las que pensamos que este libro se distingue de los demás:

1. Lo escribimos profesores mexicanos de la UNAM para alumnos de bachillerato, en su mayoría mexicanos, como tú. Tiene por ello, ejemplos relacionados con nuestra cultura y nuestro hermoso país.
2. Te presentamos aquellos conceptos que consideramos fundamentales para el aprendizaje de la química. Son pocos para que tengas tiempo de estudiarlos bien y aprenderlos a profundidad.
3. Tiene muchas ilustraciones y videos que te ayudarán a comprender mejor el texto y a imaginar las cosas que no puedes ver.
4. Todos los capítulos inician con un mito (algo que la mayoría de la gente cree sin apoyarse en conocimientos científicos) y terminan analizando si ese mito es verdadero o falso.
5. Te pedimos que realices muchas actividades y que utilices un cuaderno al que llamarás bitácora, para escribir todas tus experiencias relacionadas con esas actividades. Queremos que hagas lo mismo que hacemos los científicos, que llevamos un registro de nuestras actividades y experimentos.
6. Realizarás muchas de esas actividades en equipo, como realmente se trabaja en la vida cotidiana.
7. También harás muchas actividades individuales dentro y fuera del salón de clase. Encontrarás lecturas y ejemplos que esperamos que te sirvan y te gusten porque tienen que ver con el amor, el sexo, los alimentos, el alcohol y otros temas relacionados con los jóvenes.
8. Harás muchos experimentos químicos sencillos con material que podrás adquirir fácilmente y que deseamos te sirvan en la vida cotidiana; por ejemplo, construirás un alcoholímetro, medirás la diferencia de azúcar que contiene un refresco normal de uno “light” y purificarás agua.
9. Y por si lo anterior fuera poco, encontrarás el libro impreso en papel, pero también en formato digital y en línea para aprovechar las nuevas tecnologías. Esto gracias al apoyo de muchas dependencias de la UNAM que, encabezadas por la Secretaría de Desarrollo Institucional, quieren que mejore la educación en nuestro país.

¡Queremos que este libro te encante! Que esto ocurra a tal grado que al leerlo, ver sus videos e ilustraciones y realizar las actividades, tengas el deseo de aprender más por tu cuenta. Queremos mostrarte que la química es una ciencia maravillosa que puede ayudarnos a mejorar la vida en nuestro planeta y que tú puedes dedicarte a eso. Que te des cuenta de que tú, una persona que tiene el privilegio de estar en bachillerato, puedes ser un futuro químico que contribuya a resolver tantos problemas que aquejan a la humanidad. Pero también deseamos

que si eres una de esas personas que no se deciden por estudiar una carrera relacionada con esta ciencia, porque tienes otra vocación, de todos modos tengas cultura científica para que puedas tomar decisiones responsables con suficiente información y formación, y así contribuyas al bienestar de los seres humanos y a mejorar la calidad de vida en nuestro mundo.

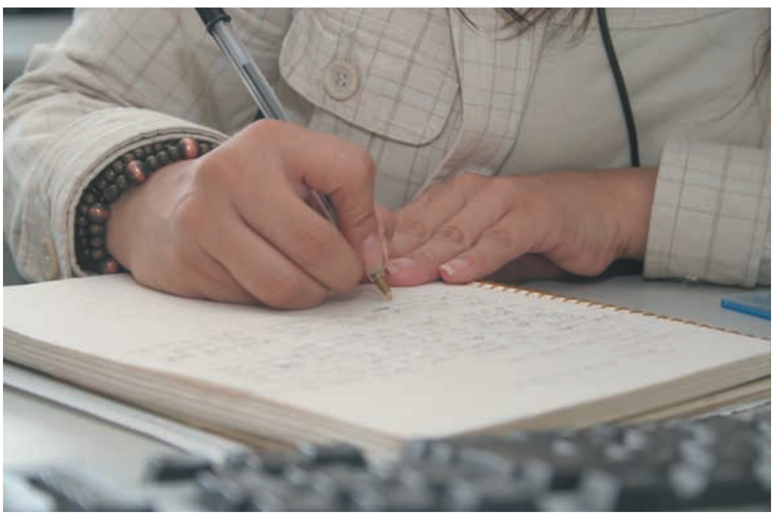
¡Qué disfrutes nuestro libro, que ahora es tuyo!
L@s autor@s



PARA EMPEZAR

¿Cómo es la ciencia?

Dibuja en tu bitácora a la ciencia como si fuera una persona: ¿cómo sería físicamente? ¿Cómo sería su personalidad? Escribe debajo del dibujo por qué seleccionaste esas características. Guarda tu dibujo y comentario para que lo analices al final del capítulo.



Un libro de bitácora era aquel en el que los marineros apuntaban el rumbo, velocidad, maniobras y demás accidentes de la navegación. Actualmente se le llama bitácora a un libro o cuaderno en el que se lleva un registro de acontecimientos. Ahora tú tienes una en este libro.

Mito



Antoine-Laurent Lavoisier: ¿Padre de la química moderna o víctima de la Revolución Francesa?

Dos revoluciones, dos caminos

¿Has escuchado hablar de Lavoisier?

Para muchos, Lavoisier es el creador de la química como la ciencia que conocemos ahora pero, ¿quién fue realmente Antoine-Laurent Lavoisier? ¿En dónde y en qué época vivió? ¿Cómo influyeron sus relaciones personales y los acontecimientos históricos de la época en su obra científica?

Escudriñar algunos detalles de la vida de Lavoisier te permitirá situar y comprender una etapa fundamental en el desarrollo de la química moderna dentro de un contexto social, político y cultural.

¿Por qué consideras que es importante situar la química (y la ciencia en general) dentro de este contexto?

Lavoisier nació en París el 26 de agosto de 1743 y fue condenado a muerte en la guillotina el 8 de mayo de 1794, cinco años después de haberse iniciado la Revolución Francesa, al ser declarado culpable por un Tribunal Revolucionario, de un complot que "favorecía a los enemigos de Francia". **Ese 8 de mayo al morir Lavoisier nacía un *mito* que lo convertiría en el padre de la química moderna.**

Noticia: La Revolución Francesa marcó un hito en la historia moderna del mundo occidental y fue una de las grandes revoluciones del mundo contemporáneo. Se inició el 14 de julio de 1789 en Francia. Con ella se lograron cambios fundamentales en la organización social y política, en especial al cambiar de una monarquía absoluta a otro régimen más democrático. Su lema fue: "Libertad, igualdad y fraternidad".

Es una de las revoluciones sociales que más huellas ha dejado en la organización social occidental.

Lavoisier y su tiempo

Para conocer a Lavoisier es necesario situarse en la época en que vivió.

Esta historia inicia a principios del siglo XVII y termina a finales del siglo XVIII; estos dos siglos fueron muy importantes para el mundo occidental, tanto en lo político como en lo social, económico, artístico, tecnológico y científico. Nuestra historia tiene muchos personajes, y el principal es Antoine-Laurent Lavoisier.

Elabora una línea del tiempo

Mucho de lo que ocurre en la ciencia se construye a través de la historia. En la ciencia influyen muchos acontecimientos sociales que le dan impulso o la frenan. Las líneas del tiempo son un buen instrumento para reconocer cómo se entrelazan los hechos en un lapso determinado.

Para elaborarla, reúnete con tus compañeros y formen equipos de 6 personas, de modo que cada quien investigue una de las siguientes preguntas:



Durante los siglos XVII y XVIII México era un Virreinato de España. ¿Cuáles fueron los acontecimientos más importantes durante este periodo?

1. ¿Qué fue la Revolución Francesa, cuáles fueron sus antecedentes, causas y consecuencias?
2. ¿Qué pasaba en otros países de Europa en la época de la Revolución Francesa, tanto en lo social como en lo económico y lo político?
3. ¿Cómo fue la vida y cuál fue la obra de Lavoisier? Detalla su vida personal, laboral, sus descubrimientos y las dificultades con las que se enfrentó.
4. ¿Qué sucedía en esos años en América, en especial en México y en Estados Unidos?
5. ¿Cuáles eran los acontecimientos más importantes en la ciencia y la tecnología mundial de esos años?
6. ¿Cuáles eran los acontecimientos más importantes en el arte mundial de aquella época?

En una línea del tiempo se organizan, durante un periodo de tiempo determinado y cronológicamente, hechos históricos, que pueden ser científicos, sociales, políticos, artísticos, etc. relacionándolos entre sí.

En 1714 el físico alemán Daniel Gabriel Fahrenheit, construyó el primer termómetro de mercurio; antes estaban hechos con alcohol.

Una buena estrategia es dividir la línea del tiempo en periodos de 10 a 20 años y seleccionar los acontecimientos más relevantes de ese periodo. Recuerden que la línea del tiempo abarcará los siglos XVII y XVIII. Procuren no tener más de 20 acontecimientos por tema, es decir, no más de 120 en total.

Para elaborar esta línea, primero escriban con letra clara la información en tarjetas (del tamaño de un cuarto de hoja carta). Utilicen plumones de cuatro colores diferentes para distinguir los temas. Ordenen las tarjetas en orden cronológico, mezclando los aspectos de la vida y obra de Lavoisier, con los hechos históricos sucedidos en Francia, en los países europeos y en América, y lo ocurrido en la ciencia, la tecnología y el arte. Pueden poner también fotos, dibujos o caricaturas para que luzca mucho mejor. Coordinados por su profesor o profesora organicen un concurso para ver cuál equipo hace la mejor y más completa línea del tiempo.



Después de elaborar la línea del tiempo seguramente conoces mucho más del famoso Lavoisier, su vida, sus trabajos sobre física y química y su vida política. Sabes más de ciencia, tecnología y arte, algo de la historia de Francia y los países vecinos, y la situación de América y de México en los siglos XVII y XVIII.

Ahora lee el siguiente resumen de lo más destacado del trabajo de Lavoisier en el campo de la ciencia para entender mejor esta historia.

A principios del siglo XVII se creía que todas las sustancias combustibles ardían porque contenían flogisto, un principio invisible que al desprenderse de los materiales producía luz y calor. Al flogisto también se le llamó "fuego fijo".

Los méritos que hacen de Lavoisier el padre de la química moderna

1. Usó la balanza para *cuantificar* los materiales utilizados en sus experimentos de química, lo que para muchos fue revolucionario.
2. Explicó el fenómeno de la combustión y con ello derrumbó la teoría del flogisto, que por mucho tiempo dominó la química.
3. Planteó la famosa "ley de conservación de la materia", que dice que la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma.
4. Creó las bases de la nomenclatura química actual, hecho fundamental para unificar el lenguaje de esta ciencia.
5. Reunió y presentó en forma resumida todas sus propuestas en un texto de química llamado *Tratado elemental de química*, en el cual se mencionan todas las sustancias elementales conocidas en esa época.





Carl Wilhelm Scheele

A Carl Wilhelm Scheele y a Joseph Priestley se les atribuye el descubrimiento del oxígeno.

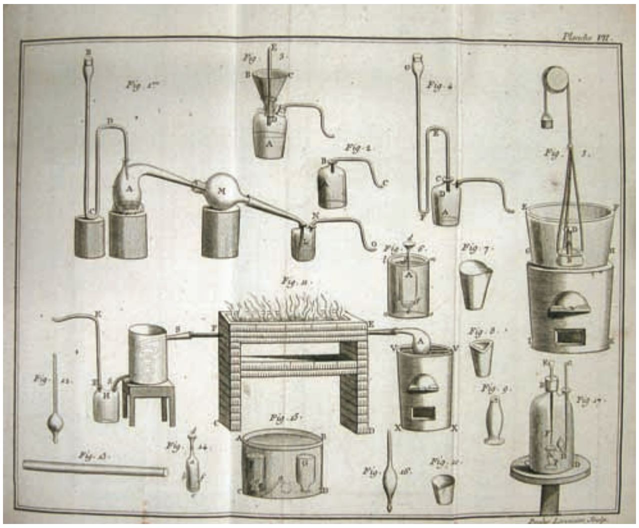
Analicemos con más detalle los supuestos logros de Lavoisier para la química

1. ***La balanza.*** Se dice que uno de los primeros méritos de Lavoisier fue usar la balanza de manera metódica, pero realmente en los laboratorios de química de esa época ya era un instrumento común utilizado por muchos científicos. Además de él, otros como por ejemplo el inglés Henry Cavendish (1731-1810) también la usaron. Los científicos de la época de Lavoisier no habrían avanzado en sus investigaciones si no hubiera sido por el habilidoso trabajo de los expertos fabricantes franceses de



Joseph Priestley

balanzas, que las hacían cada vez más finas y precisas. Como vemos, detrás de los científicos siempre hay artesanos y técnicos no reconocidos pero fundamentales, sin los cuales, los científicos poco lograrían. ¡Honor a quien honor merece!



Los laboratorios de la época de Lavoisier estaban equipados con balanzas, retortas y alambiques.

2. ***El flogisto.*** Se dice que Lavoisier derrumbó la teoría del flogisto, cosa cierta, pero ese trabajo no ocurrió durante un momento iluminado de su vida ni resultó del esfuerzo de una única persona. Fue el trabajo de muchos años de científicos que le precedieron, y tanto de él como de Marie Anne Paulze, su joven esposa, quien inclusive estudió dibujo, latín e inglés para ayudarle en sus investigaciones. Ella es "otro ser invisible" en la historia, que contribuyó a su éxito, además de muchos otros químicos colegas suyos como Joseph Priestley, quien le comunicó a Lavoisier cómo obtener oxígeno y a quien nunca le reconoció su trabajo.

Lavoisier leía las investigaciones de sus colegas y tuvo la inteligencia y la habilidad para comprender que muchas hipótesis eran similares. A partir de estos trabajos realizó experimentos con los cuales logró terminar de sustentar la revolucionaria *teoría de la combustión*. Es decir, no es solamente una persona la que genera los avances de la ciencia, aunque sea muy brillante; es la acumulación de conocimientos lo que conduce a las grandes teorías, aunque muchas veces al final sea sólo una persona la que genera la conclusión, como ocurrió en el caso de Lavoisier.



Lavoisier se casó en 1771 con Marie Anne Paulze, de 14 años. Con la dote recibida por el matrimonio instaló un laboratorio. Ella le ayudaba también redactando los informes en su bitácora.



En el siglo I a.C. el filósofo romano Lucrecio dijo: "Nada nace de nada, nada vuelve a la nada", ¿Será ésta una primera idea sobre la conservación de la materia?

Lavoisier pensaba que en el comercio la riqueza se mantiene constante.



3. ***La ley de la conservación de la materia.*** Lavoisier validaba sus experimentos con la balanza, al grado que pesaba cada uno de los instrumentos, sustancias y materiales que utilizaba, algo realmente *revolucionario* para la época. Sin embargo, él nunca enunció la "ley de conservación de la materia" como la conocemos ahora. La historia le atribuye ese mérito posiblemente en recompensa por su violenta muerte. El interés de Lavoisier por la conservación de la materia proviene probablemente de su experiencia como cobrador de impuestos del imperio; él suponía que el comercio internacional era un sistema de intercambio y de flujo, en el cual la cantidad de riqueza ¡se mantiene constante!

4. ***La nomenclatura química.*** Antes de la teoría de la combustión, todos los científicos hablaban del flogisto. Lavoisier pensaba que éste y otros términos utilizados en la época eran anticuados y no se ajustaban a las nuevas teorías, en especial a la de la combustión. Por ello consiguió que sus colegas le apoyaran rompiendo con la nomenclatura tradicional, al escribir la obra *Método de nomenclatura química*, dirigida por Lavoisier y publicada en 1787. Desde esa fecha esta obra constituye la base de la nomenclatura actual.

Noticia: Existen indicios de la ley de la conservación de la materia desde los griegos, con Tales de Mileto y Heráclito. Después fue retomada por Bacon y Kant, que influyeron en los enciclopedistas franceses.

La nomenclatura propuesta por Lavoisier todavía contenía un gran número de figuras. Lo que se ve en la hoja actualmente se escribiría así:

$Fe + 2H_2O + 3O_2 + 4N_2O$



5. **El *Tratado elemental de química.*** Por último, todas estas revolucionarias propuestas científicas fueron recabadas en un texto que Lavoisier publicó el mismo año en que estalló la Revolución Francesa, llamado *Tratado elemental de química*. Su libro estaba dirigido a principiantes, "*aquellos que no están contaminados con las viejas teorías del flogisto*". En la introducción de su tratado, Lavoisier desdeña a la historia de la química diciendo: "*En lugar de observar las cosas que queríamos conocer, las imaginábamos. De suposición falsa en suposición falsa, hemos acumulado errores que se han convertido en prejuicios que hemos vuelto principios, en este punto sólo existe la posibilidad de olvidar todo lo aprendido y volver al origen de nuestras ideas…"*

Comparando historias

Muchas veces, la historia crea mitos de héroes pero cuando la analizamos detalladamente, ni son tan heroicos, ni los villanos tan malvados; humanos con defectos y virtudes.

Reúnanse en equipos y comparen los méri tos de Lavoisier como padre de la química, con el análisis más detallado de cada una de sus contribuciones. Revisen cuidadosamente cada punto y encuentren las diferencias. ¿Qué creen que quiso decir Lavoisier en el texto que se encuent entrecomillado en la página anterior? ¿Qué le nalidad? Reescríbanlo usando sus palabras. B de su profesor o profesora discutan sus observa del grupo.



Lavoisier, como todas las personas, tenía defectos y virtudes.

Noticia: Lavoisier llamó elementos a aquellas sustancias que no podían descomponerse en otras más sencillas. Según este criterio se conocían 33, incluidos la luz y el calórico (fuego, principio de calor). ¿Actualmente la luz y el calor se consideran elementos? ¿Cómo puedes relacionar esto con la introducción a su tratado?

La vida de Lavoisier: una historia de saber… y de poder

La vida de este personaje no sólo estuvo centrada en la investigación y los experimentos como muchos químicos piensan, sino que fue muy dinámica porque tuvo una participación política muy notoria. Lavoisier era una persona muy dedicada y apasionada por su trabajo; para lograr balancear su vida política con su vida como investigador tuvo que ser muy metódico y ordenado, por ello, en las madrugadas y en las noches se ocupaba de la química mientras que durante el día laboraba como cobrador de impuestos. Este trabajo le daba para vivir y para financiar sus trabajos.

Un repaso rápido de varios momentos de su vida privada y pública nos ayudará a ubicar mejor a nuestro personaje.



Lavoisier lograba mantener un balance entre su vida pública y privada trabajando en su laboratorio durante las noches y las madreugadas.

- Nació en una familia acomodada, lo que le permitió estudiar y conocer a los intelectuales de la época.
- Estudió y se interesó por la economía y la ciencia, en especial la física, la química y la geología.
- Fue funcionario del reino, como inspector para el control del salitre en la fabricación de pólvora, cobrador de impuestos y proveedor de víveres y otros productos para el ejército. Estas actividades le permitieron adquirir conocimientos prácticos en varias disciplinas.



El padre de Lavoisier fue abogado y consejero del Parlamento francés.

- Obtuvo un título nobiliario.
- Se casó con la hija de otro importante proveedor del régimen que se convirtió en su ayudante, traductora y dibujante.
- Aunque no estudió química o física, ingresó a la Academia Real de Ciencias, convirtiéndose en tesorero vitalicio y administrador.
- Fue administrador y socio de una Sociedad Agrícola del gobierno que le redituó muchas ganancias y muchos enemigos.

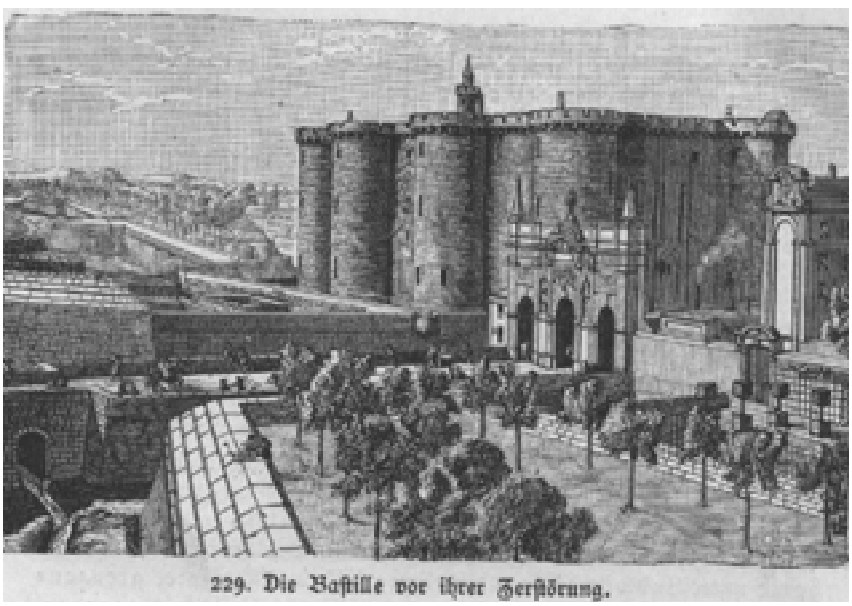


Lavoisier se convirtió en tesorero de la Academia Real de Ciencias en 1791.



A Lavoisier se le encargó la determinación de la unidad universal de peso: el kilogramo.

- Fue un liberal moderado, que buscó mejorar la agricultura y que las clases más pobres tuvieran una mejor economía. Estuvo a favor de una monarquía parlamentaria y fue leal a Luis XVI hasta su caída.
- En plena Revolución participó en otro gran proyecto: la reforma del sistema de pesas y medidas, donde conjuntó sus dotes de científico y de economista.
- Con el triunfo de la Revolución cambió de bando y se convirtió en inspector del Tesoro Nacional, redactando un informe sobre las finanzas francesas, e inclusive participó en la demolición de la cárcel de La Bastilla.
- Por ser miembro de la Sociedad Agrícola fue detenido y se solicitó su ejecución; él buscó un aplazamiento, pero la leyenda dice que el Tribunal dio como respuesta: “La República no necesita sabios”, y Lavoisier fue ejecutado.
- Sus colegas de la Academia de Ciencias no ayudaron a evitar su ejecución, ya que había tenido muchos desacuerdos con ellos.
- Inmediatamente después de ser ejecutado, comenzó su veneración con grandes funerales y estatuas en toda Francia: ahí nació el mito.
- El astrónomo francés y contemporáneo de Lavoisier, Joseph Lagrange, se lamentaba: “En un instante se quedó sin cabeza pero harán falta más de 100 años para que aparezca otra igual”.



La Bastilla era una prisión que representaba el absolutismo de la monarquía.

La Bastilla

Un debate

Como vemos, esta historia está llena de ciencia, pero también de poder y de política. Por ello será interesante hacer un debate.

Formen seis equipos y apoyados en la investigación obtenida en la línea del tiempo, con la información aquí proporcionada y con ayuda de la bibliografía sugerida, analicen y discutan las ideas que a continuación se formulan. El objetivo de esta actividad es que un equipo esté en contra de la idea y el otro a favor y que cada grupo argumente para defender su postura.

a) La primera pareja de equipos debe debatir sobre *la idea de que Lavoisier es el padre de la química moderna.*

b) Una segunda pareja debe analizar *si Lavoisier fue víctima de la Revolución Francesa o si no lo fue.*

c) Una tercera pareja de equipos debata *si la vida de Lavoisier fue una historia de saber y poder o sólo de saber*.

Cada equipo debe presentar en diez minutos los argumentos más importantes para debatir. Después tendrán dos turnos de cinco minutos cada uno para argumentar y contra argumentar sobre el tema.

¿Qué lecciones obtenemos de esta historia de ciencia y poder?

Si reflexionamos sobre todo lo visto hasta ahora y con la ayuda del debate, podemos afirmar que los trabajos de Lavoisier muestran varios aspectos de la naturaleza de la ciencia que se enuncian a continuación:

- Es importante la experimentación y la medición cuantitativa en la ciencia.
- Las aportaciones científicas pueden tener dificultades de todo tipo, tanto en el plano metodológico al utilizar técnicas de medición novedosas, como en el teórico porque se buscan explicaciones innovadoras. También en lo político y social se encuentran obstáculos.
- Las propuestas científicas pueden ser revolucionarias al modificar y ampliar el conocimiento previo.
- El trabajo científico no es individual sino la conjunción y el esfuerzo de muchas mentes y manos, como las de los artesanos que hacen los equipos, las personas que construyen los laboratorios, los colegas, y la familia (como la esposa de Lavoisier, que siempre estuvo cerca de él), lo que le da un carácter más humano al trabajo científico.



- Muchos planteamientos que ahora parecen sencillos, son revolucionarios en la época en que se enuncian, como es el caso de la combustión.
- El trabajo científico no es solamente un conjunto de planteamientos científicos neutros, sino una conjunción de relaciones políticas dentro y fuera de la comunidad científica, posibilidades económicas de todos los involucrados y relaciones de poder, como las que el propio Lavoiser construyó y que, en gran medida, lo llevaron a su muerte.



El trabajo científico de Lavoisier se vio influido por muchos factores, dentro y fuera del ámbito científico.